

## El Micelio Externo de los Hongos Formadores de Micorriza Arbuscular (HMA) como Red Nutricional y Estructural en los Agroecosistemas

*Extraradical mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi as nutritional and structural network in agroecosystems*

PRAGER, Marina Sánchez de, Universidad Nacional de Colombia, [marinasanchez92@hotmail.com](mailto:marinasanchez92@hotmail.com);  
TORRES, Rodrigo, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; TRINIDAD, José, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; BARRIOS, Edmundo, Centro Internacional de Agricultura Tropical; VELÁSQUEA, Diana, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; PAZ, Iván, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; ZARATE, Lida, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; GÓMEZ, Eyder, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, NAVIA, Jorge, Universidad de Nariño; MOLINA, Oscar, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; VARGAS, Norbey, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira

### Resumen

En el presente trabajo se busca sistematizar algunos resultados obtenidos en investigaciones realizadas en suelos de varias regiones de Colombia, sujetos a diferentes prácticas de manejo y sembrados con distintos cultivos, centradas en comprender y validar el papel del micelio externo de los HMA como puente y red en los agroecosistemas.

**Palabras claves:** Micelio externo de HMA (ME), estabilidad de agregados, disponibilidad de P, micorriza arbuscular (MA).

### Abstract

*In the present study some results of research in arbuscular mycorrhizal fungi are displayed. The researches are conducted on soils from various regions of Colombia, under different management practices and planted with different crops. The results focusing on understanding and validating the role of extraradical mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi as nutritional and structural network in agroecosystems.*

**Keywords:** *Extraradical mycelium, aggregate stability, phosphorus availability, arbuscular mycorrhizal fungi.*

### Introducción

La mayoría de las plantas terrestres presentan micorriza arbuscular (MA) como estrategia adaptativa fundamental en los ecosistemas y agroecosistemas. En ella, la individualidad de las raíces se complementa con las estructuras de los hongos que forman micorriza arbuscular (HMA), convirtiendo el sistema radical en un órgano dual que interviene en la nutrición, sanidad y productividad de los cultivos, al tiempo que los simbiontes participan en la conservación y manejo de la fertilidad, sostenibilidad, calidad y resiliencia de los suelos, objetivos que persigue la Agroecología.

Los estudios más avanzados de la MA se han centrado en su participación en la nutrición de las plantas, especialmente en la absorción de P como nutriente esencial con muy baja disponibilidad, sobre todo en los suelos tropicales. Actualmente se conoce que casi todos los nutrimentos que requiere la planta pueden ser movilizados directa e indirectamente vía MA y el componente de micelio externo (ME) de los HMA se convierte en puente y red que facilita la comunicación suelo-raíz-suelo con sus diferentes connotaciones ecosistémicas (LYNCH, 1984; TORRES et al., 2007).

Una de las cualidades del suelo promovidas por la conjunción de raíces de las plantas y ME es la estabilidad de la estructura del suelo, al participar en la formación de agregados, por diferentes mecanismos, algunos de ellos de naturaleza física – a través de las redes radicales e hifales que

## Resumos do VI CBA e II CLAA

se extienden en el suelo – y, también, mediante las secreciones que producen unas y otros, que se convierten en ligantes de partículas, cuya acción puede persistir desde meses hasta años. Una de estas sustancias que forman los HMA, son las glomalinas (autores citados por SÁNCHEZ y VELÁSQUEZ, 2008).

Por lo expuesto el objetivo del presente trabajo fue evaluar las diferentes prácticas agronómicas sobre la presencia de micelio externo (ME) y si este componente de los HMA puede actuar como indicador de cambios en los agroecosistemas.

### Metodología

Para cumplir con el objetivo propuesto se sistematizaron algunos resultados obtenidos en investigaciones realizadas en suelos de varias regiones de Colombia, sujetos a diferentes prácticas de manejo y sembrados con distintos cultivos: **1.** *Passiflora edulis* var *Flavicarpa*, sembrado en suelos con manejo agroecológico, en transición y convencional (Vargas, N. 2005), **2.** *Coffea arabica* L, sujeto a diferentes sistemas de sombrero: medio y libre exposición (Paz y Sánchez de P., 2007), **3.** Barbechos como práctica mejoradora de suelos, constituídos por: *Indigofera constricta* (I); *Calliandra calothyrsus* (C), *Thitonia diversifolia* (T); Rotación maíz-frijol (M-F); (N) Barbecho natural, evaluados a los doce y veintiséis meses de siembra (Torres *et al.*, 2007), **4.** Efecto de coberturas vegetales como C, T, *Cratylia argentea* (CR) y un testigo sin cobertura (SC), promedios de dos años de evaluación (Navia *et al.*, 2006), **5.** Investigación básica para comprender la influencia del micelio externo de HMA sobre la formación de agregados estables al agua, cuando se desinfecta el suelo, se siembra *Melinis minutiflora* (M) inoculada con diferentes HMA y se monitorea durante 90 días (Zárate *et al.*, 2007). **6.** Ensayos en campo durante tres ciclos de rotación de maíz y frijol sujetos a fuentes orgánicas e inorgánicas de P (Molina, 2005) y, **7.** Adiciones al suelo con un subproducto como vinaza, sembrado con maíz blanco y monitoreado durante 70 días (SÁNCHEZ DE P., y VELÁSQUEZ, 2008).

En los distintos suelos se evaluaron algunas propiedades físico-químicas como textura, densidad aparente, estabilidad de agregados, disponibilidad de P (Bray II modificado), materia orgánica (Walkley-Black), según protocolos descritos en IGAC (2006).

La variable micelio externo total (LME) de HMA se evaluó mediante metodologías de extracción y cuantificación de varios autores descritas en Torres *et al.*, 2007 y Zárate *et al.*, 2007). El micelio externo vital (MEV), es decir, aquel que participa activamente en la absorción de P por los HMA, se hizo mediante la tinción de la succinato-deshidrogenasa (Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Santacruz de Tenerife–España, 2007)<sup>1</sup>. Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza y pruebas de Duncan.

### Resultados y Discusión

LME presenta altas variaciones (3.1 hasta 40 m/gss) dependiendo de propiedades de los suelos, como densidad aparente, pH, contenidos de materia orgánica, textura, entre otras. Los mayores valores de LME se encuentran en los primeros diez centímetros del suelo y su expresión está influenciada además de las plantas hospederas, por las especies de HMA asociados y condiciones ambientales. Escasa precipitación favoreció la extensión del LME, con sus efectos sobre la exploración y disponibilidad de agua para las plantas, además de nutrientes. Los agregados estables al agua  $\geq 2\text{mm}$  se vieron favorecidos por las marañas ligadas a mayores extensiones de LME.

---

<sup>1</sup> Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Tenerife (España). 2007. Información personal.

## Resumos do VI CBA e II CLAA

TABLA 1: Resumen de correlaciones positivas y negativas de LME y MEV con otras variables del suelo, ambiente y manejo agronómico en las siete investigaciones analizadas

HMA	<b>Variabes del suelo y ambiente con correlación positiva (+)</b>	Variabes del suelo y ambiente con correlación negativa (-)	Variabes de manejo agronómico
Longitud de micelio externo total de HMA (LME)	Densidad aparente pH Materia orgánica (%) Nitrógeno Agregación del suelo Agregados estables al agua $\geq 2\text{mm}$ Especies de HMA	- Altos niveles de P disponible en el suelo - Agregados estables al agua $\leq$ de 0.25 mm - precipitación - profundidad del suelo	Prácticas agroecológicas (+) Alto uso de fertilizantes de síntesis (-)
Micelio externo vivo (MEV)	Fracciones de materia orgánica, especialmente la fracción liviana que asegura disponibilidad rápida de nutrientes	Altos niveles de P disponible en el suelo	Prácticas agroecológicas (+) Alto uso de fertilizantes de síntesis (-)

Altos contenidos de P disponible propiciados a partir del uso indiscriminado de fertilizantes de síntesis, inhiben LME y drásticamente MEV, al igual que los beneficios concomitantes. Esto lo corroboran cifras de MEV obtenidas en algunos de los ensayos (12 cm/gss) versus LME que alcanzan 3 m/gss. También, muy bajos contenidos de P en los suelos se manifiestan en valores menores, sin embargo cuanto más pobre sea un suelo mayor es su dependencia de la red micelial de los HMA para tomar los nutrientes. En la mayoría de los estudios se observa una relación entre materia orgánica en el suelo y esta variable. Cuando se realizan prácticas al suelo como la desinfectación, a través del uso de fumigantes, herbicidas y otros controles químicos, LME también se afecta negativamente.

Se observa una relación estrecha entre ME y estabilidad de agregados del suelo, especialmente los macroagregados  $\geq 2\text{mm}$ , favorable para los suelos, dada su influencia en el movimiento de agua, aire y nutrientes del suelo.

### Conclusiones

El micelio externo de los HMA está influenciado e influencia condiciones físico-químicas y biológicas de los suelos. Las plantas hospederas, el ambiente y micosimbiontes presentes intervienen en su expresión. Se afecta negativamente por el alto uso de fertilizantes de síntesis y biocidas y positivamente por prácticas agroecológicas como uso de materia orgánica. Influye en la formación de macroagregados de suelo  $\geq 2\text{mm}$ .

Este conocimiento acumulado reitera a los HMA y la MA como componentes íntimamente ligados a la vida e indicadores de cambios en los agroecosistemas, esenciales en los procesos de manejo y conservación del suelo dentro de una perspectiva de presente y futuro.

### Bibliografía

IGAC. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. 6. ed. Bogotá: Instituto geográfico Agustín Codazzi, 2006. 648 p.

## Resumos do VI CBA e II CLAA

LYNCH, J.M. Interactions between biological processes, cultivation and soil structure. *Planta and soil*, v. 76, p. 307-318, 1984.

MOLINA, O.I. Micelio externo en la Dinámica de Suelo-Planta". 2005. 10 f. Tesis (Maestría) - Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2005.

NAVIA, J.; BARRIOS, E.; SÁNCHEZ, P.M. Efecto de aportes superficiales de biomasa vegetal en la temperatura, humedad y dinámica de nemátodos en el suelo en época seca en Santander de Quilichao (Departamento del Cauca). *Acta agronómica*, Colombia, v. 55, n.2, p.1-7, 2006.

PAZ, I.E.; SÁNCHEZ P.M. Relación entre la longitud de micelio externo de hongos micorrízicos y algunas propiedades del suelo bajo dos sistemas de sombrero en café, meseta de Popayán. *Unicauca*, Colombia, v. 5, n.1, p. 64 – 69, 2007.

SANCHEZ DE P.M. y VELÁSQUEZ, D.C. Las micorrizas: el micelio externo de los hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA). Cuadernos Ambientales Número 12. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 16 p. 2008.

TORRES, J.T., BARRIOS, E., SÁNCHEZ DE P., M. El papel del micelio externo de HMA asociado a barbechos mejorados en suelos degradados de Pescador - Cauca. En: Sánchez, de P. M. coordinadora (eds). Las endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. 351 p. 2007.

VARGAS, N. Evaluación de micelio externo y micelio activo de HMA en plantas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims. var. *Flavicarpa*) en diferentes sistemas de manejo agronómico, estados de desarrollo y condiciones fitosanitarias. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 80 p. 2005.

ZARATE, I. et al. Participación del micelio externo de hongos micorrízico-arbusculares en la formación de agregados estables al agua en suelos de ladera con influencia de cenizas volcánicas. *Suelos Ecuatoriales*, v. 37, n.1, 2007.